

台湾産タナゴ類（タナゴ亜科魚類）2亜種の核型

Karyotypes of Two Bitterling Subspecies (Teleostei: Acheilognathinae) from Taiwan

上田 高嘉

UEDA Takayoshi

Silver stained nucleolar organizer region (Ag-NOR) patterns as well as routine Giemsa stained karyotypes of *Tanakia himantegus himantegus* and *Rhodeus ocellatus ocellatus* from Lake Jinlong (Taipei Prefecture), Lake Meihua (Yilan Prefecture) and Lake Dapo (Taitung Prefecture) in Taiwan were described. *T. himantegus himantegus* had 48 chromosomes ($2n$), consisting 8 metacentric (M), 20 submetacentric (SM), 18 subtelocentric (ST) and 2 acrocentric (A) chromosomes. Ag-NORs were found to be located on the short arms of the largest ST chromosome pair. *R. ocellatus ocellatus* had 48 chromosomes ($2n$), consisting 8 M, 20 SM and 20 ST chromosomes. Ag-NORs were found to be located on the short arms of the smallest ST chromosome pair. All individuals showed a maximum of two Ag-NORs.

キーワード：タナゴ亜科魚類，Ag-NORs，台湾，生物地理，環境保全

タナゴ類はコイ科 (Cyprinidae) タナゴ亜科 (Acheilognathinae) に属する淡水魚類である。このグループの分類については、1~6つの属に分ける説が存在するなど、議論され続けている。Okazaki ら (2001)¹⁾ によるタナゴ類27種・亜種のミトコンドリア12S リボソームDNA塩基配列分析からの分子系統の支持もあり、Arai と Akai (1988)²⁾ によるところの *Acheilognathus*, *Tanakia* および *Rhodeus* の3属の分類に落ち着きつつある。また、すべてのタナゴ類は淡水二枚貝の鰓葉内に産卵するという特異な生態を持つ。

人類にとって安全で健全な環境を維持していくためには、生物多様性を保全することが重要である。タナゴ類は東アジアを中心に世界に約60種・亜種が認められているが (Froese と Pauly, 2008)³⁾、そのほとんどの種類は、私たちの身近な生活圏に生息する。現在人間生活の近代化によって生息地や個体数が著しく減少し、日本産タナゴ類16種・亜種のうち15種・亜種が絶滅危惧種に指定されている (環境省, 2007)⁴⁾。タナゴ類の置かれている現状とその要因を明らかにすることは、人類が抱える環境問題を浮き彫りにすることができると考えられる。タナゴ類が現状に至った経緯を知るには、タナゴ類の誕生から現在までの多様化した進化の道筋と人間生活の近代化による減少要因を明らかにしなければならない。著者の研究グループでは、1994年からタナゴ類の生物地理学的研究を行っており、中国、台湾、韓国、日本産タナゴ類において、初期生活史、成魚の外部形態、地理的分布、核型、DNA、雑種形成、繁殖生態の分析から解明しようとしている。

今年度（平成20年度）、（財）交流協会から生物地理に関する日台共同研究の機会が与えられ、6月22日～28日に採集・現地調査を行い、遺伝的多様性等の分析を進めている。ここでは、3地点（3つの湖）で採集された2亜種の、通常のギムザ染色による核型に加えて銀染色による核小体形成部位のパターンについて報告する。

材料および方法

平成20年6月22日～平成20年6月28日に、台湾の金龍湖（台北縣）、梅花湖（宜蘭縣）および大坡湖（台東縣）にて採集された2亜種 *Tanakia himantegus himantegus* および *Rhodeus ocellatus ocellatus* を用いた。3採集地とも2亜種のタナゴ類が採集できた。各採集地から採集された各亜種5匹ずつについて、Ueda ら（1997）⁵⁾ の腎臓細胞を用いた直接法によって空気乾燥－染色体標本を作製した。細胞は通常のギムザ染色を行い、染色体構成について分析を行った。染色体の分類は Levan ら（1964）⁶⁾ の方法に従った。メタセントリック（M）およびサブメタセントリック（SM）染色体を2、サブテロセントリック（ST）およびアクロセントリック（A）染色体を1と数え、 $2n$ 当たりの腕数（FN）を求めた。また、銀染色法（Howell と Black, 1980）⁷⁾ により染色体上の核小体形成部位（NOR）のパターンについて分析を行った。

結果および考察

T. himantegus himantegus の染色体構成は $2n=48$ （8M + 20SM + 18ST + 2A）で、銀染色による濃染（Ag-NORs）は最も大きなST染色体の短腕部に認められた（Fig. 1a）。銀染色で濃染される染色体は、すべての個体で $2n$ 当たり最大2本であった。Ueda ら（2006）⁸⁾ の報告では、最も大きなST染色体の短腕部の他に、長腕部の端部などにも Ag-NORs を持つ個体が認められたが、本論ではそのような付加的な濃染は認められなかった。

R. ocellatus ocellatus の染色体構成は $2n=48$ （8M + 20SM + 20ST）で、Ag-NORsは最も小さなST染色体の短腕部に認められた（Fig. 1b）。銀染色で濃染される染色体は、すべての個体で $2n$ 当たり最大2本であった。これは Ueda ら（2001）⁹⁾ の報告と同様であった。

T. himantegus himantegus と *R. ocellatus ocellatus* では Ag-NORs を持つ染色体に違いが認められた。NORs の多様性はタナゴ類では一般的な現象に見える（Takai と Ojima, 1986 ¹⁰⁾ ; Ueda ら, 1996 ¹¹⁾ ; 2001 ⁹⁾ ; 2006 ⁸⁾ ; 2007 ¹²⁾ ; Sola ら, 2003 ¹³⁾）。本論では認められなかったが、種内・亜種内においてもしばしば変異が認められている。

NORs の検出に銀あるいはクロモマイシンA₃ 染色による分析が正確さに欠くという指摘もあることから（Gromicho ら, 2005）¹⁴⁾、FISH（fluorescence *in situ* hybridization）法による 18S リボソーム

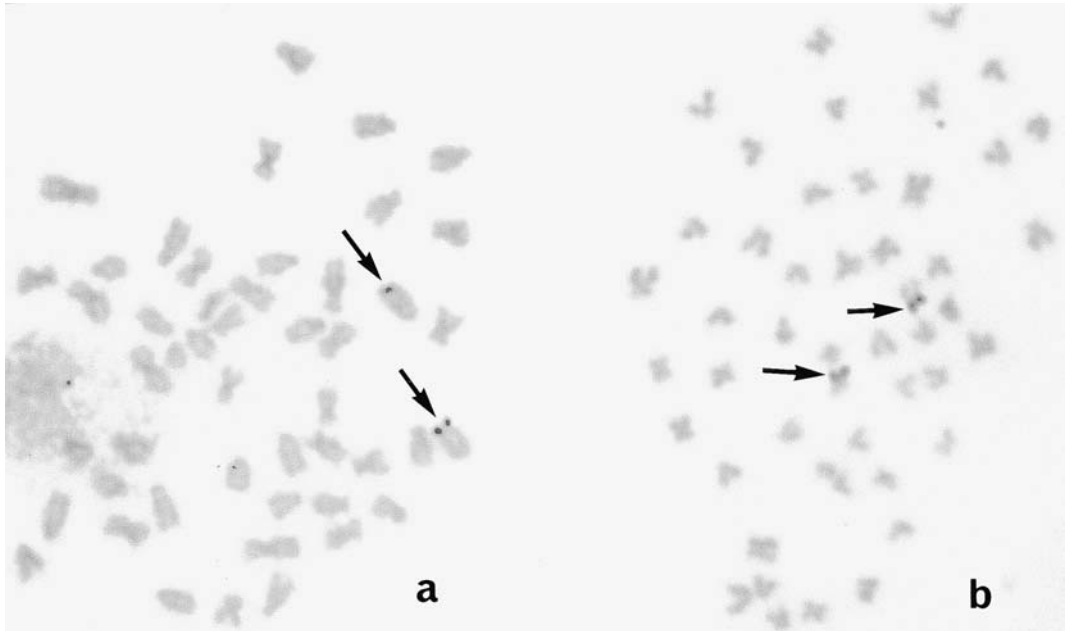


Fig. 1. Silver stained metaphase figures of *Tanakia himantegus himantegus* (a) and *Rhodeus ocellatus ocellatus* (b). Arrows indicate Ag-NORs.

遺伝子の染色体上の位置確認も合わせて行う必要があるが、集団内、集団間あるいは近縁種間の NORs の比較はタナゴ類における核型進化の一般的な傾向解明に繋がるものと考えられる。また、台湾産タナゴ類の生物地理を考える上で有用な知見を提供するであろう。

栃木県には天然記念物であるタナゴ類の1種のミヤコタナゴ *Tanakia tanago* が生息しているが、自然生息が確認されているのは1カ所だけである。その貴重な生息地の保全への取り組みが地元住民の協力のもとに進められている。タナゴ類が著しく減少しその多くの種が絶滅の危機に瀕しているのは、産卵に関わる淡水二枚貝の減少も大きな原因のひとつである。淡水二枚貝も絶滅が危惧され、多くの種・亜種がレッドリストに含まれている（環境省，2007）⁴⁾。タナゴ類と淡水二枚貝類の生息環境は、そのほとんどが河川中・下流域であることから、人の生活と密接に関わる。自然と人の関わり方考える上でもタナゴ類は格好の対象であると考えられる。

DNA分析から、台湾および中国に生息する *T. himantegus himantegus* および *T. himantegus chii* と韓国に生息する *T. signifer* がこのミヤコタナゴと近縁種であることが分かっている（Okazaki ら，2001）¹⁾。近縁種が生息する環境は、自然・生活環境が類似していると考えられる。類縁関係を明確にしてミヤコタナゴの起源と環境特性を解明することは環境保全策を講じる上で重要である。今回、3つの湖いずれからも *T. himantegus himantegus* と *R. ocellatus ocellatus* の2亜種が採集され、どちらの亜種も個体数は豊かであるように見えた。一般的に *R. ocellatus ocellatus* はタナゴ類の中では繁殖力が強く、何らかの事情で侵入した *R. ocellatus ocellatus* が在来種のタナゴ類の生息を脅かしているよ

うに見られる例も良く聞かされる。金龍湖での頻繁の採集・調査では、*T. himantegus himantegus* が減少傾向にあるようには見受けられず (Chang と Shao, 私信), 両亜種が共存しているように見え、大変興味深い。台湾の北東部、東部地方では *T. himantegus himantegus* の生息が豊かであるように見え、ミヤコタナゴ生息地の保全の参考にしたいと考えている。流域住民の地域の自然に対する関心と知識を深め、保全意識を高めることが生息環境の保全にとって極めて重要である。保全活動を進めるには、健全な環境を維持しているという誇りと共に、地域住民にとって生活上での何らかの利点を見出す必要があるように思える。台湾では、タナゴ類の自然生息にとって必要な環境が残されている東部地方に高速道路の建設計画があるらしいが、住民からの反対も多いという。環境汚染が低く抑えられ安全なイメージの農作物が高く売れる現状で充分満足で、余分な道路は何ら必要ないというのが反対理由の一つであると聞いた。台湾産のタナゴ類の生物地理に関する日台共同研究が進められているが、台湾と日本の共同作業を通して、互いの文化を尊重し共通の理解を求めながら環境保全の在り方を探りたいと思っている。環境は国境を越えた問題であることを認識しなくてはならない。タナゴ類を通した共同研究が近隣アジア諸国と日本の友好を深めることに、ひいてはアジアにおける環境問題の改善に役立つものと信じており、(財) 交流協会から貴重な機会をいただいた日台共同研究を発展させたものである。

謝辞

本調査・研究は、(財) 交流協会の助成金による日台共同研究の一環として行わせていただきました。採集は、著者のほか、石鍋壽寛氏 (観音崎自然博物館)、北村淳一氏 (観音崎自然博物館) 並びに酒井忠幸氏 (栃木県水産試験場) が訪台して、Kwang-Tsao Shao 氏 (中央研究院, 台湾)、Rong-Quen Jan 氏 (中央研究院, 台湾)、Chin-Hsien Tseng 氏 (精華大学, 台湾)、Chia-Hao Chang 氏 (中央研究院, 台湾) 並びに Yi-Ta Shao 氏 (中央研究院, 台湾) のご尽力により、可能となったものです。特に、Chia-Hao Chang 氏並びに Yi-Ta Shao 氏には現地を案内いただき、円滑な採集・調査を行うことができました。また、この調査・研究の一部は「平成20年度重点推進研究 (宇都宮大学)」の経費により行いました。ここに厚く御礼申し上げます。

要約

台湾の金龍湖 (台北縣)、梅花湖 (宜蘭縣) および大坡湖 (台東縣) にて採集された2亜種 *Tanakia himantegus himantegus* および *Rhodeus ocellatus ocellatus* について、通常のギムザ染色による核型に加えて銀染色による核小体形成部位のパターンが分析された。*T. himantegus himantegus* の染色体構成は

$2n=48$ (8M + 20SM + 18ST + 2A) で、銀染色の濃染 (Ag-NORs) は、最も大きなST染色体の短腕部に認められた。*R. ocellatus ocellatus* の染色体構成は $2n=48$ (8M + 20SM + 20ST) で、銀染色の濃染 (Ag-NORs) は、最も小さなST染色体の短腕部に認められた。銀染色で濃染される染色体は、すべての個体で $2n$ 当たり最大2本であった。

文献

- 1) M. Okazaki, K. Naruse, A. Shima and R. Arai, J. Fish Biology 58: 89-106 (2001).
- 2) R. Arai and Y. Akai, Bull. Nat. Sci. Mus. Tokyo (A) 14: 199-213 (1988).
- 3) R. Froese and D. Pauly, World Wide Web electronic publication. URL: <http://www.fishbase.org> (2008).
- 4) 環境省, 環境省ホームページ: http://www.biodic.go.jp/rdb/rdb_f.html (2007).
- 5) T. Ueda, N. Mashiko, H. Takizawa, Y. Akai, T. Ishinabe, R. Arai and H. Wu, Ichthyol. Res. 44: 302-305 (1997).
- 6) A. Levan, K. Fredga and A. A. Sandberg, Hereditas 52: 201-220 (1964)
- 7) W. M. Howell and D. A. Black, Experientia 36: 1014-1015 (1980).
- 8) T. Ueda, K. Iijima, H. Naoi, R. Arai, T. Ishinabe and S-R. Jeon, Cytologia 71: 251-255 (2006).
- 9) T. Ueda, H. Naoi and R. Arai, Genetica 111: 423-432 (2001).
- 10) A. Takai and Y. Ojima, In: Indo-Pacific Fish Biology: Proceeding of the Second International Conference of Indo-Pacific Fishes (Eds: T. Uyeno, R. Arai, T. Taniuchi and K. Matsuura), Ichthyological Society of Japan, Tokyo pp. 899-909 (1986).
- 11) T. Ueda, R. Arai, Y. Akai, T. Ishinabe and H-L. Wu, Cytobios 86: 265-268 (1996).
- 12) T. Ueda, In: Fish Cytogenetics (Eds: E. Pisano, C. Ozouf-Costaz, F. Foresti and B. G. Kapoor), Science Publishers, Enfield, NH, USA. pp. 3-16 (2007).
- 13) L. Sola, E. Gornung, H. Naoi, R. Gunji, C. Sato, K. Kawamura, R. Arai and T. Ueda, Genetica 119: 99-106 (2003).
- 14) M. Gromicho, C. Ozouf-Costaz and M. J. Collares-Pereira, Cytogenet. Genome Res. 109: 507-511 (2005).